

Version:
December 1, 2022

DEMINT

Electronics Co., Ltd.

各类型电阻器 使用注意事项

Web: www.direct-token.com

Email: rfq@direct-token.com

德铭特电子（深圳）有限公司

大陆： 广东省深圳市南山区南山大道 1088 号南园枫叶大厦 17P
电话: +86 755 26055363

台湾： 台湾省新北市五股区中兴路一段 137 号
电话: +886 2981 0109 传真: +886 2988 7487

正确的选择和使用电子元器件是提高电子整机技术性、稳定性、可靠性、安全性重要条件。因此，在整机电路的设计过程中，一个关键环节就是组件的选择，制造商千百家，选择哪一家？组件千百类，选择哪一类？组件标准数十种，选择哪一种？组件性能参数繁多，如何选择？如何简捷规范清晰的提出采购清单？国内外的大量质量案例都反映出此环节工作的至关重要，一旦选用错误，将产生严重后果。

▶ 选用的基本原则

一、电阻器选用的三项基本原则：

1. 选择通过认证机构认证的生产线制造出的执行高水平标准的电阻器。
2. 选择具备功能优势、质量优势、效率优势、功能价格比优势、服务优势的制造商生产的电阻器。
3. 选择能满足上述要求的上型号目录的制造商，并向其直接订购电阻器。

▶ 选用注意问题

二、在选用电阻器时应注意的几个问题：

1. 电阻器的电压和电流限制

当施加到电阻器两端的电压增至一定数值时会发生击穿现象，导致电阻值不可逆的增大或开路，因此必须对施加的电压进行限制。电阻器的击穿现象发生在两引出线之间或螺旋槽之间，引出线之间的击穿电压取决于引出线之间的距离、形状和环境大气压力的大小。电阻器槽间的击穿电压取决于槽宽、刻槽质量及涂敷绝缘材料的耐压性能。根据额定功耗和标称阻值确定的电流值为额定电流。 $I_n = \sqrt{P_R/R}$

从上式可以看出：额定功耗不变时，电阻值越小，额定电流越大，对于低阻电阻器，其接触电阻所占比例很大，当电流通过时在此处耗散的功率越大，同时从接触部份分析，由于此部位电流密度很大势必造成局部过热，最终导致早期老化。另外，电路中若有高压电脉冲，应选用玻璃釉膜型电阻器。

2. 电阻器的负荷功率

电阻器是能量转换组件，在工作时将电能转变成热能，在此转换过程中，自身温度升高，周围温度也随之增高，此过程引起电阻器性能的可逆性变化和不可逆性变化，所谓可逆性变化指的是当温度变化后电阻值也发生了变化，当温度恢复后电阻值也恢复到原值，此物理变化过程用温度系数来描述。而不可逆变化指的是当温度变化后电阻值也发生了变化，当温度恢复后电阻值不能恢复原值，此物理过程用“老化”来描述。电阻器的温度系数和老化在一定程度上反映出电阻器的稳定性和可靠性，因此，电阻器的电负荷性能取决于在长期工作时的容许发热温度。

● 电阻体的不均匀发热

上讨论是假设电阻器各部均匀发热的情况，实际上各部分发热温度是不均匀的，它与构成电阻器的基体、保护层、引出线结构及刻槽质量有关。这些因素的影响很复杂，对局部过热的计算也很困难，下面对电阻器的各种不均匀发热现象进行一些讨论：



轴向不均匀发热：小功率电阻器的热传导散热起主要作用，而通过引出线传导散热却是快捷方式，从而造成接进引线的两端温度比电阻体中部的温度低，对于低阻值电阻器，如果帽盖与电阻膜的接触电阻过大，则可能出现在帽盖处功耗过大及电流密度大的物理现象产生，最终导致此部位过热。

径向不均匀发热：电阻体产生的热量首先沿半径方向传导，通过涂覆层向周围环境散热，薄膜型电阻器由于电阻膜和涂覆层的厚度薄，故内外温差不大，但合成型电阻器内外温差会很大。

刻槽型电阻器的不均匀发热：在刻槽电阻器中，发热主要集中在刻槽后的电阻膜，因此刻槽部分的长度、螺旋带的均匀性、导电带与槽的比例、刻槽的深度均为不均匀发热的因素。

● 电阻体结构不均匀发热

各种类型的电阻器在制造过程中由于工艺因素或其它因素不可避免的在结构上产生不一致性，比如：膜层厚度不均匀（基体表面状态不均匀、镀膜时转动不均匀、镀膜时基体过多、真空度不够等因素均可造成膜层不均匀）将造成电阻值分布不均匀，导致负荷分布不均匀，形成局部过热。电阻膜存在缺陷（基体表面存在孔洞、划痕、污垢）将造成局部电阻值分布不均匀，导致负荷分布不均匀，形成局部过热。在制造过程中如果膜受到冲击也会形成缺陷，最终导致局部过热。

● 降额

为了保证电阻器的正常工作，各种型号的电阻器都通过试验确定了相应的降功耗曲线，因此在使用过程中，必须严格按照降功耗曲线使用电阻器。

额定温度 (t_R)：容许施加额定功耗时的最高环境温度，当环境温度低于额定温度时 ($t < t_R$)，可施加额定功耗。当环境温度高于额定温度时 ($t > t_R$) 应施加降额功耗，即：

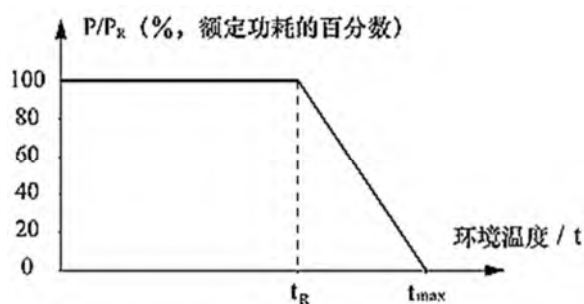
$P = P_R * (t_{max} - t) / (t_{max} - t_R)$ 式中：

P_R ：额定功耗，W；

t_R ：额定环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t ：环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{max} ：零功耗时最高环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；



除环境温度高于额定温度需要降额外，对于阻值允许偏差为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 0.25\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 的电阻器，当需要的稳定度与其阻值允许偏差在数值上相近时也应降额。



3. 电阻器的可靠性

可靠性是电阻器的一个重要指标,随着尖端技术的发展一些复杂的系统需使用大量的电阻器,因此电阻器的可靠性是保证系统正常工作的重要因素。

- 技术性能与可靠性;

产品的技术性能与可靠性是两个不同的概念。技术性能是指完成特定功能所具备能力,比如说:电阻器都具有额定功耗、阻值精度、温度特性等基本特性,而可靠性是指发挥或者达到其技术性能把握的程度,应当这样认为;不讲产品的可靠性,其技术指标无从谈起,产品的可靠性指针与产品的技术指针有重要的不同点,技术指针可以用仪器测试来检查,而产品的可靠性不能用仪器检查,而是通过对大量产品长时间的试验后方可获得。

- 可靠性的含义;

产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力称为可靠性。所谓规定条件是指产品所处的环境条件和工作条件,同一产品在不同条件下工作其可靠性亦不同,环境条件包括气候条件机械环境(冲击、振动、离心等)工作条件包括负荷大小和工作方式(连续工作或间歇工作)。

- 失效率;

产品工作到某时刻后,单位时间内发生失效的概率称失效率。

$$\lambda = n/T$$

n: 为一定时间内失效的产品数。

T: 样品数量和试验小时数的乘积即组件小时数。

比如:某电阻器失效率为 2×10^{-7} /组件小时,表示:1千万只(107只)电阻器满负荷工作1小时内有2只失效或者说1万只电阻器工作(104只)电阻器工作1000小时(103小时)内有两只失效。(失效率由鉴定实验维持实验升级实验得出)。



- 质量等级符号;

质量等级符号按下表用一个字母表示, 不同的字母分别表示无可靠性指标、有可靠性指标或宇航级薄膜固定电阻器。GJB244A-2001 所涉及的有可靠性指标的薄膜固定电阻器, 其失效率等级范围为 1.0%/1000h 至 0.001%/1000h。这些失效率等级是在 60% 致信水平下, 根据 125°C 寿命试验定的。寿命实验的条件是在额定温度下, 施加额定电压, 并以阻值变化 $\pm 2\%$ 作为失效判据。

质量等级符号	失效率 %/1000h
C	无可靠性指标
M	1.0
P	0.1
R	0.01
S	0.001
T	宇航级

其他型号的有可靠性指标的电阻器的失效率定义与 GJB244A-2001 中的定义类似。对于电子组件失效率有试验失效率和使用失效率之分, 试验失效率是指电子组件在规定的工作条件下进行工作或试验时统计得到的数据, 使用失效率是指在实际工作时统计得到的失效率, 因此如果实际使用条件比额定工作条件优越, 则使用的失效率将远小于试验失效率。

- 失效规律;

许多电子组件曲线成浴盆形状, 可以分成三个阶段。

早期阶段: 失效率高, 由电阻器在设计生产过程中的隐患或产品内都存在着缺陷造成, 通过质量控制、工艺筛选可以筛除。

偶然阶段: 失效的发生往往带有随机性。失效率低, 良好的会话。

耗损阶段: 使用后期因老化失效率增加。

- 提高电阻器可靠性的具体措施:

主要失效模式阻值漂移、开路、断裂、掉帽、断引线。如何提高产品的可靠性呢?

我司经验认为应从下述几方面采取措施:

- 从电阻器的结构设计和工艺设计上考虑, 比如对电阻器的两个重要部件之一基体在设计时从物理性能、化学性能、表面状态、外形尺寸四个环节提出严格的要求。如氧化铝的含量 RJ24、25 型为 80%、RJK 型为 96%, 实心结构, 以上指针决定了基体的优良结构及导热特性。
- 严格的按照 GJB546A 进行过程控制及质量控制。对于重点工程用特殊电阻器在制造过程中逐个建立技术档案, 确保产品质量的可追溯性, 严格对承制方进行体系评定。
- 严格按照国军标进行质量一致性检查及可靠性试验。



测量要求

三、电阻器的测量要求：

1. 环境温度： $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
2. 湿度：测试高阻时必须控制，一般应小于 50%，储存时相对湿度应小于 80%。
3. 测试仪器的精度应不超过被测电阻器精度的 1/10，比如：电阻器精度为 $\pm 1\%$ ，则测试仪器的精度不得低于 $\pm 0.1\%$ ；对于阻值的精度高于 $\pm 0.1\%$ 的电阻器，则测试仪器的精度允许为其精度的 1/4，比如：电阻精度为 $\pm 0.1\%$ ，则测试仪器的精度应高于 $\pm 0.025\%$ 。在对高精密合金箔电阻器进行“直流电阻”测量时，建议使用不低于 7 1/2 位数字表，并采用四端法测量，以保证阻值测量的准确性。
4. 测试电压应使用直流电压，在保证灵敏度的情况下测试电压应尽量低，时间应尽量短。
5. 对于高阻的电阻器测量必须注意周围电磁场的影响，测试夹具中的支撑架要有良好的绝缘及屏蔽性能，测试仪器还应有良好的接地。
6. 对于低阻值电阻器的测量必须采用四端测量法。

标准简介

四、电阻器标准简介：

1. 国家军用标准：由总规范、详细规范和基础标准组成。
2. 总规范：通常以一个或一系列产品为对象通过引用有关基础标准或规范并对该类型产品的主要参数的技术要求、质量保证、试验方法等做出普遍的技术规定。
3. 详细规范：在总规范规定的范围内，以具体产品为对象通过引用总规范对产品的共性及个性的要求、质量保证检验方法做出详细而明确的规定。
4. 基础标准：通常以专题为对象，适用面广。比如试验方法，抽样方案，该标准为总规范引用，二者发生矛盾时应服从总规范，当总规范与详细规范发生矛盾时应服从详细规范。
5. 国家军用标准：
GJB244A 等效于美军标准 MIL-R-55182F
GJB1929 等效于美军标准 MIL-R-10509
企业、行业军用标准及七专技术条件，均为我国目前执行的过度性标准，其标准水平低于国家军用标准。
国家标准：该标准只适用于民用整机，该标准和军用标准相比有较大差距。

型号对照表

五、台湾德铭特电阻器与中国，美国，俄国电阻器型号对照表：

名称	台湾德铭特型号	美型号	俄型号	中国型号
金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR	OMJIT	RJ23、24、25、57、58
高频金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR	c2-10	RJ23、24、25、57、58
高频金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR RCR	c2-10A	RJ23、24、25、57、58
高频金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR RCR	c2-10B	RJ23、24、25、57、58
精密金属膜固定电阻器	EE1/20~EE1/2 RJ72、73、74、16、17、18	RN RNC	c2-14	RJK52~RJK56 RJ23、24、25、57、58
通用金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR	c2-23	RJ23、24、25、57、58
精密金属膜固定电阻器	EE1/20~EE1/2	RNC	c2-29B	RJK52~RJK56 RJ711(RCK)
金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR	c2-33	RJ23、24、25、57、58
金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR RCR	c2-33H	RJ23、24、25、57、58
高频精密金属膜固定电阻器	RJ72、73、74、16、17、18	RN RLR	c2-36	RJ23、24



▶ 大功率电阻使用注意事项

六、大功率电阻器使用注意事项：

1. 不燃性电阻器于首次通电使用时：会产生发烟情况，属正常现象敬请安心使用。
2. 德铭特电子不燃性涂料符合美国 UL-94 不燃性试验，V-0 等级，燃烧继续时间为 0 秒。
3. 耐清洗性，不燃性电阻器无法使用有机溶剂清洗。
4. 于油当中使用，不燃性电阻器无法在油当中使用。
5. 高频机械使用，不燃性电阻器因线绕而产生电感，无法使用于高频机械上，需另选用适当的电阻器，请与我们联系。
6. 瞬间增强(surge)电流脉冲(pulse)：需在短时间内增加超大负荷的话必须事先确认具有耐瞬间增强(surge)特性。
7. 实用负荷：为了防止象征电阻器寿命的电阻线产生疲劳，电力的使用范围请保持在定格电压减轻曲线内。
8. 最小负荷率：为了防止随着时间增长产生氧化膜造成接触不良，请使用定格电力 1/10 以上的电力。
9. 不燃性电阻器的涂布膜硬度虽然高于 3H 铅笔硬度，但是请勿以螺丝起子等锐利的物体刻画。
10. 不燃性电阻器使用于满载额定值时，表面产生高温约 350°C-400°C，请勿用手处触摸，为维持电阻器能够长期使用，请保持电阻器的表面温度上升在 200°C 以下。
11. 为抑制其温度之上升，须要相当的容余量，请勿使用刚好在满载额定值上。长时间使用时为其安全顾虑、瓦特数须大于额定功率 4 倍以上，并请尽量使用于定格功率的 25% 以下。
12. 使用以及放置注意事项：有时卷线电阻器，会视不同的电阻使用线径非常细(比毛发还细)的电阻线。环境中具有盐害、多湿、尘埃、腐蚀性等因素时，往往容易造成线易断裂，请避免在此种环境下使用。安装时请注意不要让折面容易积蓄尘埃。如有尘埃沾附会造成断线或接触不良。

